



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3927837/24-21

(22) 09.07.85

(46) 07.12.86. Бюл. № 45

(71) Белорусский ордена Трудового
Красного Знамени политехнический ин-
ститут

(72) В.И.Новаш, А.А.Тишечкин,
Ф.А.Романюк, Н.Н.Бобко и В.Ю.Румян-
цев

(53) 621.317.77(088.8)

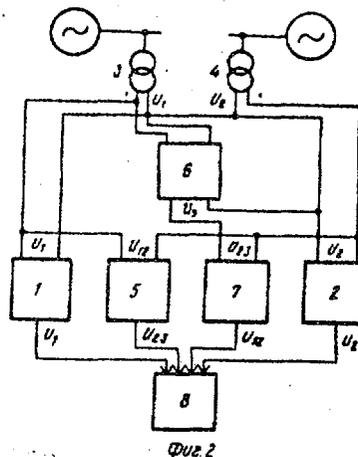
(56) Патент Японии № 55-23393,
кл. G 01 R 25/00, 1974.

Галакова О.П. и др. Основы фазо-
метрии. - Л: Энергия, 1976, с. 131-
132.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОСТИ ФАЗ
ДВУХ СИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

(57) Изобретение относится к электро-
техническим измерениям, в частности
к измерениям разности фаз. Целью изоб-
ретения является расширение диапазо-
на измерения разности фаз до 2π .
Для достижения этой цели способ пре-

дусматривает дополнительный сдвиг
первого сигнала на угол $\pi/2$ в сто-
рону опережения, выделения разности
мгновенных значений сдвинутого и
второго сигналов, измерение значения
этой разности и определение разнос-
ти фаз по формуле, приведенной в
описании изобретения. Устройство, ре-
ализующее способ, содержит измеритель-
ные преобразователи 1 и 2 действую-
щих значений синусоидального напря-
жения, трансформаторы 3 и 4 напряже-
ния, измерительный преобразователь 5
действующего значения синусоидаль-
ного напряжения, фазовращатель 6,
измерительный преобразователь 7 дей-
ствующего значения синусоидального
напряжения, решающий блок 8. Способ
позволяет производить измерение раз-
ности фаз от 0 до 2π , т.е. во всем
диапазоне возможных значений. Это
обеспечивает расширение области его
использования. 2 ил.



(19) SU (11) 1275320 A1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к электрическим измерениям для определения разности фаз двух низкочастотных синусоидальных сигналов.

Целью изобретения является расширение диапазона измерений разности фаз до 2π .

Способ позволяет производить измерение разности фаз в диапазоне от 0 до 2π , т.е. во всем диапазоне возможных значений, что обеспечивает расширение области его использования.

На фиг. 1 изображена векторная диаграмма сигналов для положительной ($\delta > 0$, фиг. 1а) и отрицательной ($\delta < 0$, фиг. 1б) разности фаз; на фиг. 2 — упрощенная структурная схема устройства для определения разности фаз напряжений двух синхронных генераторов.

Устройство, реализующее предлагаемый способ, содержит измерительные преобразователи 1 и 2 действующих значений синусоидального напряжения, которые подключены к трансформаторам 3 и 4 напряжения соответственно первого и второго генераторов, измерительный преобразователь 5 действующего значения синусоидального напряжения, включенный на разность мгновенных значений контролируемых напряжений, фазоповоротный блок 6, который подключен к трансформатору 3 напряжения первого генератора, измерительный преобразователь 7 действующего значения синусоидального напряжения, включенный на разность мгновенных значений сдвинутого на угол $\pi/2$ первого и второго контролируемых напряжений, решающий блок 8, соединенный с выходами всех измерительных преобразователей.

Синусоидальное напряжение первого генератора U_1 с вторичной обмотки трансформатора 3 напряжения подается на входы измерительного преобразователя 1 напряжения и фазоповоротного блока 6. С помощью фазоповоротного блока 6 напряжение первого генератора U_1 сдвигается на угол $\pi/2$ в сторону опережения. При этом величина выходного напряжения фазоповоротного блока 6 U_3 остается равной величине входного напряжения U_1 . Напряжение второго генератора с вторичной обмотки трансформатора 4 напряжения U_2 подается на вход изме-

рительного преобразователя 2. На вход измерительного преобразователя 5 подается разность мгновенных значений напряжений вторичных обмоток трансформаторов напряжения U_{12} , а на вход преобразователя 7 — разность мгновенных значений сдвинутого на угол $\pi/2$ первого и другого контролируемого напряжений U_{23} .

Выходные сигналы указанных преобразователей, представляющие в некотором масштабе действующие значения измеряемых напряжений, поступают на вход решающего блока 8. Решающий блок 8 по значениям поступающих на его вход сигналов производит вычисление разности фаз в соответствии с формулой

$$\delta = [\text{sign}(U_1^2 + U_2^2 - U_{23}^2) \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2U_1U_2}], \quad (1)$$

где U_1 и U_2 — соответственно действующие значения первого и второго сигналов;

U_{12} — действующее значение разности мгновенных значений контролируемых сигналов;

U_{23} — действующее значение разности мгновенных значений сдвинутого на угол $\pi/2$ и другого контролируемого сигналов.

Формула (1) является результатом решения двух треугольников (фиг. 1): первого, образованного векторами обоих сигналов U_1 и U_2 и вектором разности мгновенных значений этих сигналов U_{12} , и второго, образованного векторами сдвинутого первого сигнала на угол $\pi/2$ (в сторону опережения) U_3 и другого контролируемого сигнала U_2 , а также вектором разности из мгновенных значений U_{23} . Стороны указанных треугольников равны длинам соответствующих векторов и представляют собой действующие значения сигналов: U_1 , U_2 , U_{12} , U_3 и U_{23} .

В результате решения первого треугольника, стороны которого являются действующими значениями сигналов U_1 , U_2 и U_{12} , определяют модуль разности фаз

$$|\delta| = \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2U_1U_2} \quad (0 \leq |\delta| \leq \pi) \quad (2)$$

Из второго треугольника, стороны которого являются действующими значениями сигналов U_2 , U_3 и U_{23} определяют знак разности фаз, учитывая при этом следующее. Если угол между векторами сдвинутого первого на $\pi/2$ в сторону опережения \dot{U}_3 и другого контролируемого \dot{U}_2 сигналов α удовлетворяет условию $0 \leq \alpha \leq \pi/2$, то разность фаз δ находится в диапазоне $0 \leq \delta \leq \pi$ и считается положительной ($\delta > 0$, фиг. 1а). Если же угол α удовлетворяет условию $\pi/2 < \alpha \leq \pi$, то разность фаз принадлежит диапазону $-\pi < \delta \leq 0$ и считается отрицательной ($\delta < 0$, фиг. 1б). На основании изложенного формула для определения знака разности фаз может быть записана в виде

$$\text{sign } \delta = \text{sign}(\cos \alpha) \quad (3)$$

Из треугольника, образованного векторами сигналов U_2 и U_3 , U_{23} следует

$$\cos \alpha = \frac{U_2^2 + U_3^2 - U_{23}^2}{2 U_2 U_3} \quad (4)$$

Учитывая, что $2 U_2 U_3 > 0$ и $U_3 = U_{12}$, выражение для определения знака разности фаз имеет вид

$$\text{sign } \delta = \text{sign} (U_1^2 + U_2^2 - U_{23}^2) \quad (5)$$

Таким образом, формула (1) получается в результате объединения формул (2) и (5) в одно математическое выражение.

К непосредственно используемым параметрам для определения разности фаз по формуле (1) относятся действующие значения контролируемых сигналов U_1 и U_2 , действующее значение разности их мгновенных значений U_{12}

и действующее значение разности сдвинутого на угол $\pi/2$ (в сторону опережения) и другого контролируемого сигналов U_{23} , которые измеряются с помощью устройств, реагирующих на действующие значения.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

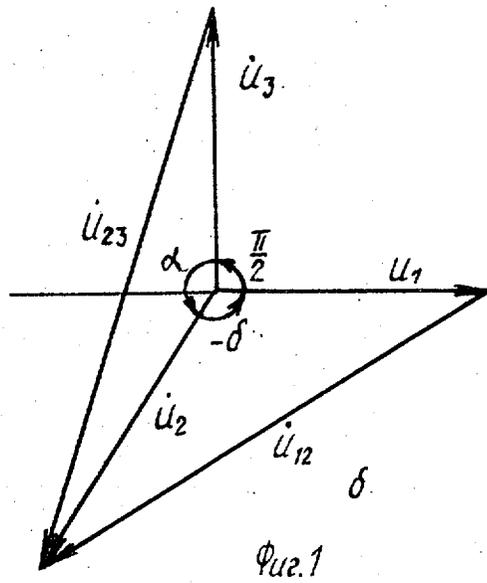
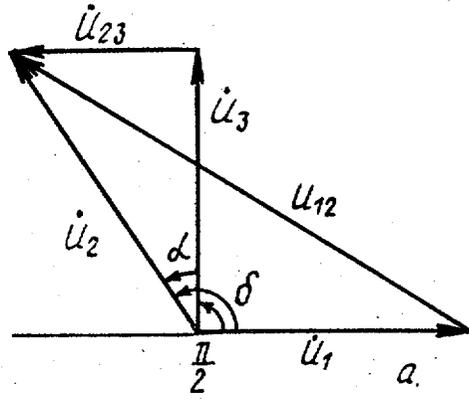
Способ определения разности фаз двух синусоидальных сигналов, заключающийся в том, что выделяют разность их мгновенных значений, измеряют значение этой разности и значения обоих сигналов, отличаясь тем, что, с целью расширения диапазона измерений разности фаз до 2π , дополнительно сдвигают первый сигнал на угол $\pi/2$ (в сторону опережения), выделяют разность мгновенных значений сдвинутого и второго сигнала, измеряют значение этой разности и определяют разность фаз δ по формуле

$$\delta = \left[\text{sign} (U_1^2 + U_2^2 - U_{23}^2) \arccos \frac{U_1^2 + U_2^2 - U_{12}^2}{2 U_1 U_2} \right]$$

где U_1, U_2 - соответственно значения первого и второго сигналов;

U_{12} - значение разности мгновенных значений контролируемых сигналов;

U_{23} - значение разности мгновенных значений сдвинутого на угол $\pi/2$ и другого контролируемого сигналов.



Составитель В.Шубин

Редактор И.Шулла Техред А.Кравчук Корректор М.Шароши

Заказ 6555/35

Тираж 728

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4